

SHAPED-CHARGE IMPLOSIVE MECHANISM

Publication number: RU2084616
Publication date: 1997-07-20
Inventor: ALKLYCHEV MAGOMED M (SU)
Applicant: NII PI ISPOLZOVANIYU GEOTERMA (SU)
Classification:
- International: **E21B43/00; E21B43/00; (IPC1-7): E21B43/00**
- european:
Application number: RU19950100970 19950124
Priority number(s): RU19950100970 19950124

[Report a data error here](#)

Abstract not available for RU2084616

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) RU (11) 2084616 (13) C1

(51) 6 Е 21 В 43/00



Комитет Российской Федерации
по патентам и товарным знакам

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
к патенту Российской Федерации

1

(21) 95100970/03 (22) 24.01.95

(46) 20.07.97 Бюл. № 20

(72) Алклычев М.М.

(71) (73) Научно-исследовательский и про-
ектный институт по использованию геотер-
мальных и гидроминеральных ресурсов
"НИПИгеотерм"

(56) 1. Попов А.А. Ударные воздействия
на призабойную зону скважин. - М.: Недра,
1990, с. 25. 2. Авторское свидетельство
СССР № 912917, кл. Е 21 В 43/26, 1982.

(54) КУМУЛЯТИВНЫЙ ИМПЛОЗИВНЫЙ
МЕХАНИЗМ АЛКЛЫЧЕВА (КИМАЛ)

(57) Использование: в нефтяных, газовых,
геотермальных и других скважинах и, более
конкретно, в устройствах для воздействия на
призабойную зону скважин. Обеспечивает
качественную очистку прискважинной зоны
продуктивного пласта от технологических
кльматантов и создание в нем эффективных

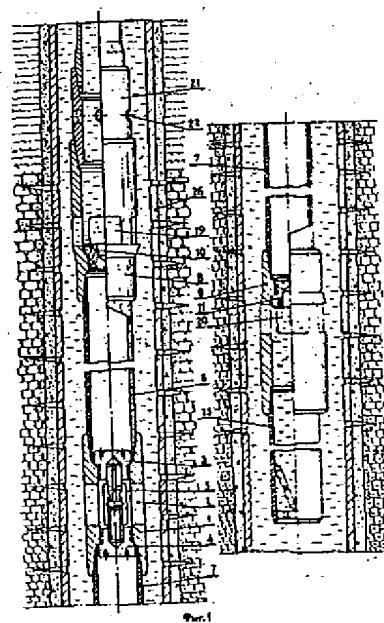
2

трещин. Сущность изобретения: устройство
содержит полый герметичный корпус с
имплозивным клапаном и перекрывающим
элементом. Они образуют между собой в
корпусе имплозивную камеру. Устройство
имеет также патрубок с радиальными
окнами, дополнительный перекрывающий
элемент и концевые переходники. Патрубок
с радиальными окнами выполнен в виде
переводника. Он размещен в середине
имплозивной камеры. Имплозивный клапан
выполнен в виде двух плунжеров. Они
перекрывают два конца переводника. Они
равноудалены от радиальных окон перевод-
ника. Плунжеры соединены друг с другом
срезным элементом. Основной и дополни-
тельный перекрывающие элементы перекры-
вают противоположные концы имплозивной
камеры. Перекрывающие элементы установ-
лены в корпусе

RU

2084616

C1



RU 2084616 C1

лени в концевых переходниках. 4 з.п. ф-лы,
6 ил.

Изобретение относится к устройствам для воздействия на призабойную зону скважины и может быть использовано в нефтяных, газовых, геотермальных и других скважинах для качественной очистки прискважинной зоны продуктивного пласта от технологических кольматантов и создания в нем эффективных трещин.

Известны технические средства для гидроударных воздействий на пласт методом имплозии, при котором за счет мгновенной депрессии на пласт (и, соответственно, обратного гидравлического удара из пласта в скважину) и быстро следующей за ней репрессии на него (прямого гидравлического удара из скважины в пласт) происходит очистка прискважинной зоны пласта (ПЗП) от технологических кольматантов, расширение существующих в ней трещин и микротрещин и, при благоприятных условиях, возникновение новых трещин [1].

Однако известные устройства для имплозивного воздействия на пласт имеют ряд существенных недостатков, сильно снижающих эффективность применения этого метода для воздействия на крепкие низкопроницаемые и глубокозалегающие пласти, флюидопроводимость которых обусловлена созданием новых искусственных трещин, связывающих ствол скважины с продуктивными зонами естественной (тектонической) трещиноватости пород.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является гидрогенератор давления (ГГД) [2]. ГГД состоит из патрубка с радиальными окнами, связанного с технологической колонной труб (ТКТ) - колонной насосно-компрессорных труб (НКТ), под которым установлен полый корпус, герметично закрытый разрушающей мембраной сверху и выталкиваемый из корпуса плунжером - снизу, образующими имплозивную камеру. При разрушении мембранны ГГД, размещенного в интервале залегания продуктивного пласта в скважине, создании в ней избыточного давления происходит мгновенная депрессия на пласт, жидкость с высокой скоростью устремляется в имплозивную камеру и совершает гидравлический удар на плунжер. Последний выталкивается из корпуса ГГД и, в свою очередь, совершает удар на жидкость под собой, а ударное давление передается ПЗП.

Величину ударного давления следует рассчитывать по формуле:

$$P_{r.y} = 10^{-6} \cdot \rho \cdot \omega_{r.y} \cdot C, \text{ МПа},$$

где ρ - плотность жидкости, поступающей в имплозивную камеру, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$\omega_{r.y}$ - величина скорости гидравлического удара этой жидкости о плунжер, $\text{м}/\text{с}$;
 $C \approx 1250 \text{ м}/\text{с}$ - скорость распространения продольных волн давления - разрежения в скважине.

Однако при воздействии ГГД (и других имплозивных устройств) на крепкий низкопроницаемый пласт в имплозивную камеру поступает, в основном, жидкость из скважины и из канала ТКТ (НКТ), а не из пласта, что обуславливает невысокую величину $\omega_{r.y}$ и, соответственно, низкое ударное давление $P_{r.y}$, как правило, недостаточное для разрыва крепких горных пород. В этих условиях величину $\omega_{r.y}$ можно оценить по формуле:

$$\omega_{r.y} = \sqrt{\frac{2P_o \cdot d}{\rho \cdot \lambda \cdot L}}, \text{ м}/\text{с},$$

где P_o - давление открытия имплозивной камеры (разрушения мембранны), Па ;

d - внутренний диаметр имплозивной камеры, м ;

λ - коэффициент гидравлических сопротивлений (для турбулентного режима 0,025);

L - глубина подвески ГГД в скважине, м .

Другим существенным недостатком ГГД (и других известных имплозивных устройств) является опасность обрыва колонны НКТ (ТКТ) после открытия имплозивной камеры (после разрушения мембранны) при высоком избыточном давлении насоса на устье скважины за счет возникающих при этом высоких динамических и реактивных сил растяжения и сжатия на подвеску имплозивной камеры в скважине.

Кроме того, серьезным недостатком ГГД и других имплозивных устройств с разрушающей мембранны, снижающим успешность их применения, является конструктивная ненадежность герметизации узла соединения имплозивной камеры с мембранны, приводящая часто к пропуску жидкости в имплозивную камеру в процессе ее спуска в скважину и невозможности совершить операцию имплозии.

Цель изобретения - разработка конструкции имплозивного устройства, обеспечивающего высокую амплитуду гидроударного воздействия на пласт для разрыва крепких низкопроницаемых пород пластов, снижение динамических и реактивных нагрузок на подвеску устройства в скважине и повышение надежности герметизации его имплозивной камеры.

Указанныя цель достигается тем, что имплозивное устройство, содержащее полый герметичный корпус с имплозивным клапа-

ном и перекрывающим элементом, образующими между собой в корпусе имплозивную камеру, и патрубок с радиальными окнами, снабжено дополнительным перекрывающим элементом и концевыми переходниками на противоположных концах имплозивной камеры, а патрубок с радиальными окнами выполнен в виде переводника и размещен в середине имплозивной камеры. При этом имплозивный клапан выполнен в виде двух плунжеров, перекрывающих два конца переводника, равноудаленных от его радиальных окон и соединенных друг с другом срезным элементом, а основной и дополнительный перекрывающие элементы выполнены в виде двух других плунжеров, размещенных в концевых переходниках с радиальными окнами или в виде пробок, неразъемно соединенных с концевыми переходниками в виде резьбовых муфт.

Обе половины имплозивной камеры равновелики по диаметру и по длине, а площадь каждого поперечного сечения переводника и концевых переходников не меньше площади сечения корпуса имплозивной камеры.

Имплозивный клапан выполнен с возможностью регулирования положения его плунжеров относительно друг друга, осевого канала переводника и размещения срезного элемента.

Такое выполнение имплозивного устройства позволяет существенно увеличить скорость имплозии (скорость депрессии) на пласт, возникающий при одновременном открытии обеих имплозивных камер, и резко увеличить амплитуду последующей за депрессией репрессии на пласт за счет кумуляции (сложения) у радиальных окон переводника между обеими полукамерами амплитуд ударных волн, распространяющихся внутри каждой полукамеры и за их корпусами в скважине.

Оппозитное размещение имплозивных полукамер с установкой между ними переводника с имплозивным клапаном и радиальными окнами позволяет не только резко увеличить скорости и, соответственно, амплитуды депрессии и последующей за ней репрессии на пласт, но и скомпенсировать (антигидрорвать) ударные нагрузки на подвеску устройства в скважине на колонне НКТ (ТКТ) или канат (кабель), переменив место приложения этих нагрузок в зону радиальных окон переводника (точнее - к перегородкам между его радиальными окнами).

Кроме того, в отличие от прототипа (и других имплозивных устройств с разрыва-

мой мембраной) конструкция кумулятивного имплозивного механизма КИМАл позволяет обеспечить надежную герметизацию имплозивной камеры и повторное использование его элементов (кроме срезного элемента).

На фиг. 1 показан кумулятивный имплозивный механизм КИМАл, подвешенный на колонне НКТ в интервале вскрытия пласта в скважине; фиг. 2 - переводник с радиальными окнами в сборе с имплозивным клапаном; фиг. 3 - движение волн репрессии в момент после гидравлического удара высокоскоростного потока жидкости в имплозивных полукамерах; фиг. 4 - сопоставление характера депрессии на ПЗП, генерируемых однокамерным ГГД (с индексом 1), и кумулятивным имплозивным механизмом КИМАл с индексом 2; фиг. 5 - кумулятивный имплозивный механизм КИМАл, подвешенный на канате (кабеле) в интервале вскрытия пласта в скважине; фиг. 6 - тот же кумулятивный имплозивный механизм КИМАл с заглушенными противоположными концами имплозивной камеры.

Кумулятивный имплозивный механизм КИМАл состоит из переводника 1 с радиальными окнами 2 и имплозивным клапаном, состоящим из двух одинаковых плунжеров 3 и 4, герметично перекрывающих его осевой канал 5 с обеих сторон (фиг. 1, 2, 3, 5, 6).

Переводник 1 также герметично соединен с корпусом 6 и корпусом 7 имплозивных полукамер, к противоположным концам которых герметично присоединены концевые переходники 8 и 9, содержащие легко выталкиваемые наружу плунжеры 10 и 11, герметично перекрывающие их осевые каналы (фиг. 1, 3, 5).

Плунжеры 3 и 4 с помощью резьбовых втулок 12 и 13, соединенных друг с другом срезным элементом (пальцем) 14, плотно стянуты к посадочным седлам переводника 1 (фиг. 2). Удобство герметичной сборки плунжеров 3 и 4 на торцах осевого канала 5 переводника 1 обеспечивается наличием на втулках 12 и 13 дополнительных отверстий 15 и 16, а на плунжерах 3 и 4 - углублений 17 и 18, а также размещением отверстий 15 и 16 и срезного элемента (пальца) 14 между его радиальными окнами 2.

Переходники 8 и 9 также имеют радиальные окна 19 и 20, причем верхний концевой переходник 8 соединен с патрубком 21, имеющим радиальные отверстия 22 и жестко закрепленным на ТКТ (колонне НКТ) или подвешенным на канате (кабеле) - фиг. 5, а к нижнему концевому переходнику 9 присоединена короткая труба 23 с

внутренней поперечной перегородкой внизу, служащая ловушкой для плунжеров 4 и 11 и карманом для установки в ней измерительного прибора, например глубинного манометра.

В зависимости от литологических и механических особенностей продуктивного пласта, состояния скважины и ПЗП, а также цели имплозивного воздействия устройство может быть использовано и с глухими пробками, неразъемно соединенными с концевыми переходниками 24 и 25, установленными вместо переходников 8 и 9 с плунжерами 10 и 11 - фиг.6.

Работа кумулятивного имплозивного механизма КИМАл осуществляется следующим образом.

После тщательной герметичной сборки механизм спускают в скважину и размещают в наиболее выраженном (по геофизическим материалам) интервале продуктивного горизонта. После окончания спуска в скважину в каждой из полукамер 6 и 7 воздух, герметично закрытый на устье скважины при давлении 0,1 МПа и абсолютной температуре T_0 , приобретает геостатическую температуру T_1 и давление P_1 , определяемое как

$$P_1 = 0,1 \cdot \frac{1}{T_0} \cdot T_1, \text{ МПа}$$

Повышением давления в скважине до расчетного срезают палец 14. При этом жидкость с высокой скоростью одновременно выталкивает плунжеры 3 и 4 внутрь имплозивных полукамер 6 и 7, создавая соответствующую этой скорости ударную депрессию в ПЗП (фиг. 4), а ударная волна депрессии передается ПЗП и уходит вниз и вверх по стволу скважины.

При дальнейшем одновременном высокоскоростном входе жидкости в каждую полукамеру 6 и 7 находящийся в них воздух с давлением P_1 и объемом V_1 изотермически сжимается по закону

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

и в момент остановки в них плунжеров 3 и 4 в каждой из полукамер 6 и 7 имеет толщину (высоту)

$$\delta = \frac{P_1}{\rho \cdot g} \cdot \frac{1}{T_0} = \frac{1}{T_1} \cdot \frac{0,1 \cdot l}{\rho \cdot g \cdot T_0}, \text{ м.}$$

где T_0 и T_1 - абсолютные температуры ($T=273,15 + t^{\circ}\text{C}$);

l - длина каждой из полукамер 6 и 7, м;

$P_{\text{г.у.}} = 10^{-6} \rho \cdot w_{\text{г.у.}} \cdot C$, МПа - давление гидроудара;

ρ - плотность жидкости в скважине, кг/м³;

$w_{\text{г.у.}}$ - скорость гидроудара в каждой из полукамер, м/с;

$C \approx 1250 \text{ м/с}$ - скорость распространения гидроударной волны в скважине.*

Таким образом, наличие слоя сжатого воздуха в концах полукамер 6 и 7 предотвращает жесткий удар плунжеров 3 и 4 в момент прямого гидравлического удара в полукамерах (в момент остановки движения в них жидкости).

Две ударные волны репрессии одновременно движутся навстречу друг другу внутри полукамер 6 и 7 и встречаются у радиальных окон 2 переводника 1. Одновременно две ударные волны, возникающие от удара плунжеров 10 и 11 о жидкость в скважине, распространяются вверх и вниз по стволу скважины. Волны репрессии, идущие навстречу друг другу за корпусами 6 и 7 имплозивных полукамер, также достигают радиальных окон 2 переводника 1 одновременно с волнами репрессии, идущими изнутри полукамер 6 и 7 (фиг.3).

Происходит кумуляция (сложение) амплитуд четырех ударных волн на выходе из радиальных окон 2 переводника 1 и мощный концентрированный гидравлический удар (репрессия) на ПЗП, приводящий к разрыву пород пласта, причем ударная волна поглощается в трещине разрыва (фиг.4).

Поглощаются также и две последующие волны репрессии, ушедшие в момент открытия полукамер 6 и 7 к забою и к устью скважины в фазе депрессии и возвратившиеся в противоположной (обратной) фазе, но с меньшими амплитудами. По данным промысловых исследований, снижение амплитуды ударной волны при ее распределении в скважине отвечает выражению

$$P_x = P_{\text{г.у.}} \cdot e^{-kx},$$

где $k \approx 2 \cdot 10^{-4}$ и x - длина пути пробега волны в скважине.

Если от первичного акта прямого гидравлического удара пласт не будет разорван, то репрессия на пласт увеличивается за счет амплитуды волны, пришедшей с забоя скважины, и в последующий момент на пласт действует уже сумма амплитуд всех пяти волн репрессии (волна репрессии, пришедшей с устья скважины, считаем незначительной в связи с большой длиной ее пробега в скважине).

Кумулятивный имплозивный механизм КИМАл (фиг.1, 3) позволяет освоить и эксплуатировать скважину за один спуск ТКТ (колонны НКТ) в нее, не поднимая ее из скважины, т.е. он не исключает возможности последовательного проведения обычных

операций прямой или обратной промывки скважины, включая интервал вскрытия пласта, закачки в пласт кислотных растворов или установку кислотных ванн на глубине вскрытия пласта скважиной и другие работы.

При работе пласта его продукция обтекает корпуса 6 и 7 имплозивных полукамер и поступает в канал ТКТ (НКТ) через радиальные отверстия 22 верхнего патрубка 21.

Для совершения кумулятивным имплозивным механизмом КИМАл высокоампли-тудного прямого гидравлического удара с целью разрыва глубокозалегающего пласта, сложенного крепкими непроницаемыми породами, длину каждой имплозивной полукамеры берут в пределах 2 - 4 м, а непосредственно перед открытием имплозивного клапана над устройством за ТКТ (НКТ) в скважине создают столб сжатого газа (воздуха) высотой 20 - 30 метров. При этом скорость имплозии и, соответственно, скорость гидроудара $w_{г.у.}$ резко увеличивается за счет того, что в акте имплозии в "пустые" полукамеры 6 и 7 участвует только столб жидкости высотой $l_{уд.}$ между столбом сжатого газа (воздуха) за ТКТ (НКТ) и радиальными окнами 2 переводника 1, так как $l_{уд.} < L$. Практически такой столб газа (воздуха) при подвеске КИМАл на ТКТ (НКТ) можно создать закачкой компрессором расчетного столба воздуха в канал ТКТ (НКТ) и продавкой его жидкостью (водой) через радиальные отверстия 22 патрубка 21 при открытых затрубных задвижках фонтанной арматуры, а при подвеске КИМАл на карротажном кабеле - детонацией порохового заряда (например ПГДБК - порохового генератора давления бескорпусного), заранее установленного над КИМАл, причем сразу после создания столба газа (воздуха) над КИМАл открывают имплозивный клапан (в случае использования ПГДБК давление для его открытия возникает при быстром сгорании пороха).

Для качественной очистки ПЗП от технологических загрязнений, закольматировавших ее в период бурения или длительной эксплуатации скважины, а также для выравнивания профилей приемистости нагнетательных скважин устройство КИМАл применяют без создания столба сжатого газа (воздуха) в скважине, а длину каждой имплозивной камеры берут не менее 15 м (фиг.6), заменив концевые переходники 8 и 9 с плунжерами 10 и 11 (фиг. 1, 3 и 5) на глухие пробки, неразъемно соединенные с переходниками 24 и 25. При открытии имплозивного клапана скорость заполнения

жидкостью имплозивных полукамер существенно снижается за счет большего сопротивления трения (соответственно длине полукамер) и за счет сжатия газа (воздуха) в них. Большая толщина (высота) δ газа (воздуха) в полукамерах 6 и 7 демпфирует (амортизирует) гидравлический удар в них, и основной эффект от воздействия КИМАл создается за счет глубокой депрессии на пласт; при этом пластовым давлением технологические загрязнения выводятся из ПЗП и поступают в имплозивные полукамеры.

При использовании кумулятивного имплозивного механизма КИМАл с длиной каждой имплозивной полукамеры намного большей 15 м для воздействия на высокотемпературные пласти (с геостатической температурой больше 130°C) возможен разрыв пород ПЗП за счет эффекта термостресса - быстрого охлаждения ПЗП при интенсивном испарении флюида из нее в имплозивную камеру, иногда (в крепких породах) с развитием отдельных трещин далеко от скважины.

Технико-экономические преимущества кумулятивного имплозивного механизма КИМАл заключаются в:

1. Резком увеличении и концентрировании гидроударного давления (репрессии) на пласт за счет кумуляции (суммирования) амплитуд каждой ударной волны из двух оппозитно размещенных в скважине имплозивных полукамер и значительном повышении скорости (и, соответственно, амплитуды) предшествующей этому депрессии на пласт в момент открытия имплозивного клапана за счет удвоения сечения имплозивному потоку и улучшения гидродинамики входа в камеру.

2. Автоматической балансировке динамических и реактивных сил при имплозии за счет оппозитного размещения имплозивных полукамер и, как следствие, существенном снижении опасности разрушения подвески имплозивного устройства в скважине, что позволяет увеличить начальное давление открытия имплозивного клапана и, соответственно, амплитуду гидроудара на пласт, а также проводить работы по имплозивным воздействиям на пласт с использованием каната или карротажного кабеля.

3. Повышении удобства и надежности герметизации имплозивной камеры и, как следствие, исключении "холостых" спуско-подъемных операций в скважине.

4. Возможности его двойного использования - для гидравлического разрыва пласта и для качественной очистки (в том числе и селективной) ПЗП от технологических коль-

матантов без существенных конструктивных изменений.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Кумулятивный имплозивный механизм, содержащий полый герметичный корпус с имплозивным клапаном и перекрывающим элементом, образующими между собой в корпусе имплозивную камеру, и патрубок с радиальными окнами, отличающийся тем, что он снабжен дополнительным перекрывающим элементом и концевыми переходниками, а патрубок с радиальными окнами выполнен в виде переводника, размещенного в середине имплозивной камеры, при этом имплозивный клапан выполнен в виде двух плунжеров, перекрывающих два конца переводника, равноудаленных от его радиальных окон и соединенных друг с другом срезным элементом, а основной и дополнительный перекрывающие элементы перекрывают противоположные концы имплозивной камеры и установлены в концевых переходниках.

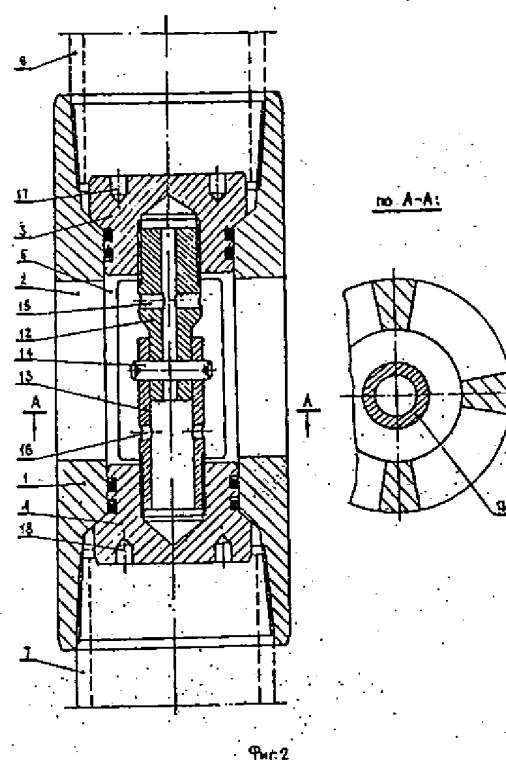
2. Механизм по п.1, отличающийся тем, что обе половины имплозивной камеры равновелики по диаметру и по длине, а площадь каждого поперечного сечения пере-

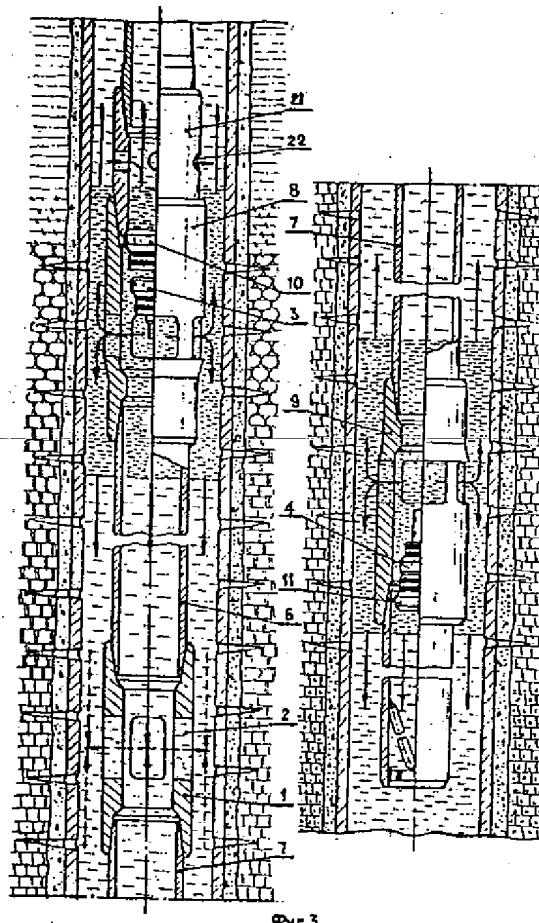
водника и концевых переходников не меньше площади сечения корпуса имплозивной камеры.

3. Механизм по п.1, отличающийся тем, что имплозивный клапан выполнен с возможностью регулирования положения его плунжеров относительно друг друга, осевого канала переводника и размещения срезного элемента.

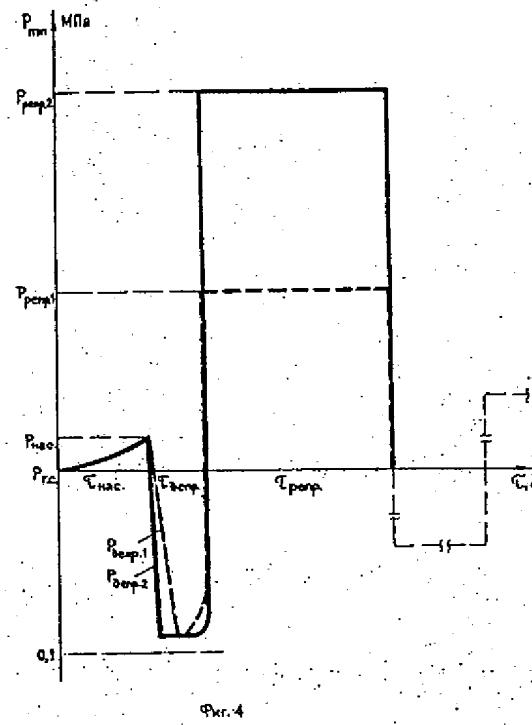
4. Механизм по пп.1 и 2, отличающийся тем, что основной и дополнительный перекрывающие элементы имплозивной камеры выполнены в виде плунжеров, а концевые переходники выполнены с радиальными окнами.

5. Механизм по п.1, отличающийся тем, что основной и дополнительный перекрывающие элементы выполнены в виде пробок, неразъемно соединенных с концевыми переходниками в виде резьбовых муфт на противоположных концах имплозивной камеры.

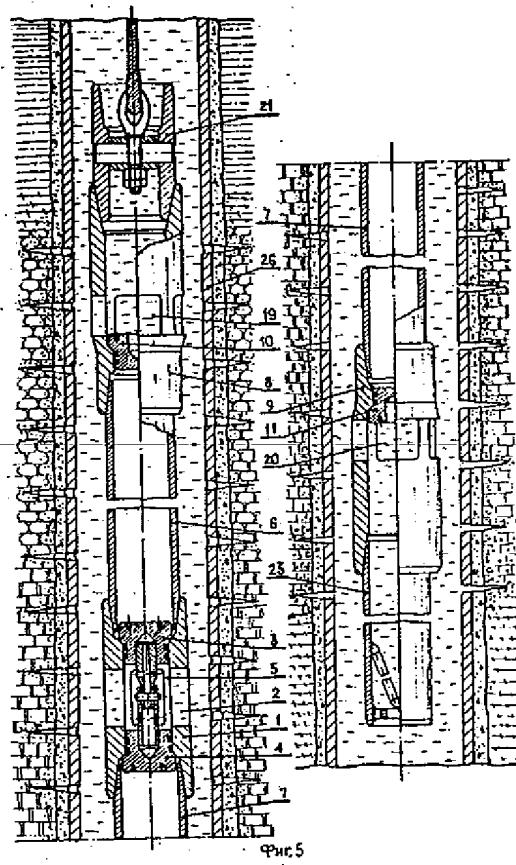




Фиг. 3



Фиг. 4



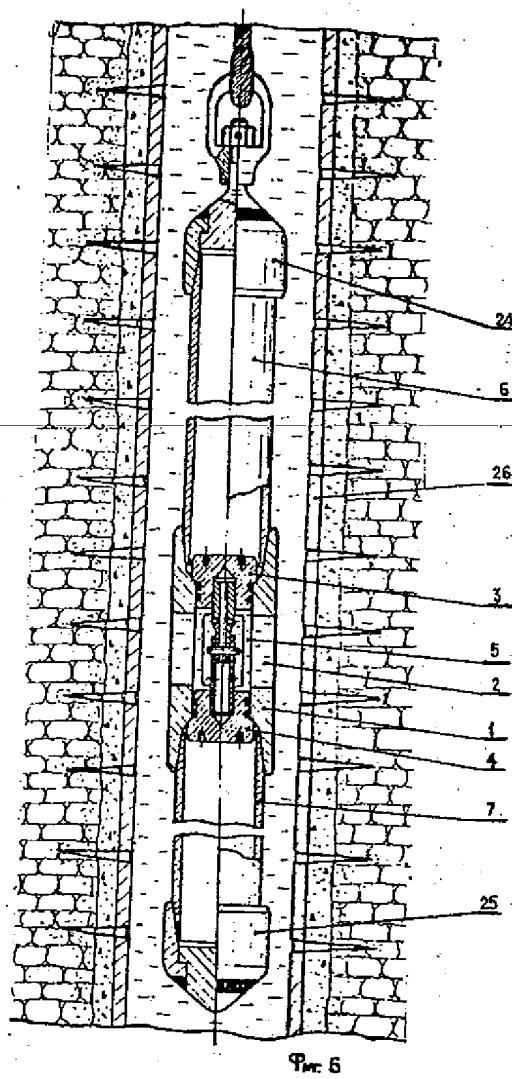


Рис. 6

Заказ *35к* Подписанное
ВНИИПИ, Рег. № 040720
113834, ГСП, Москва, Раушская наб., 4/5

121873, Москва, Бережковская наб., 24 стр. 2.
Производственное предприятие «Патент»